

**PERANCANGAN SISTEM KENDALI PID UNTUK KECEPATAN MOTOR DC
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana Teknik Industri**



Oleh

Dedy Drian Nugroho

06 06 05046

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2013

HALAMAN PENGESAHAN

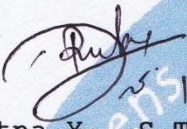
Tugas Akhir berjudul
**PERANCANGAN SISTEM KENDALI PID UNTUK KECEPATAN MOTOR DC
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16**

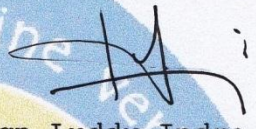
Disusun Oleh:
Dedy Drian Nugroho
NIM: 06 06 05046

Dinyatakan telah memenuhi syarat
pada tanggal: 03 Januari 2013

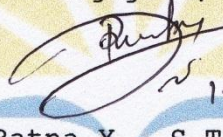
Pembimbing I,

Pembimbing II,


(Deny Ratna Y., S.T., M.T.)

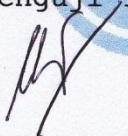

(Ign. Luddy Indra P., M.Sc.)

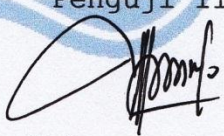
Tim Penguji:
Penguji I,


(Deny Ratna Y., S.T., M.T.)

Penguji II,

Penguji III,

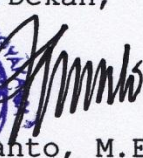

(The Jin Ai, S.T., M.T., D.Eng.)


(Yosef Daryanto, S.T., M.Sc.)

Yogyakarta, 03 Januari 2013

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

.Dekan,


(Ir. B. Kristyanto, M.Eng., Ph.D.)


FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI

“Jika kamu berbuat baik (berarti) kamu berbuat baik bagi dirimu sendiri, dan jika kamu berbuat jahat, maka kejahatan itu untuk dirimu sendiri . . .” (QS. Al-Isra’: 7).

“Kita tidak akan pernah mendapatkan apa yang kita inginkan jika kita menantikan seseorang mengantarnya . . . kita harus bangkit berdiri dan mendapatkannya.”

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain.” (QS. Al-Insyiroh : 6-7).

*Gratefully to the greatest God
This thesis is dedicated to:
My Father, My Mother, My Brothers, & My lovely*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan Tugas Akhir ini dapat terwujud atas bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, yang selalu menyertai dan memberi petunjuk kepada penulis selama penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. B. Kristyanto, M.Eng., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak The Jin Ai, S.T., M.T., D.Eng., selaku Kaprodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Ibu Deny Ratna Yuniartha, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 1 Tugas Akhir yang selalu memberi dukungan dan pengarahan serta masukan-masukan yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ign. Luddy Indra Purnama, M.Sc., selaku dosen pembimbing 2 Tugas Akhir yang selalu memberi masukan dan bimbingan dalam menyempurnakan penulisan Tugas Akhir ini.

6. Bapak Drs. T. Iwan Budhi Pratama, M.Eng. selaku mantan dosen pembimbing Tugas Akhir. Terimakasih atas diskusi yang panjang dan menarik.
7. Bapak Suryono dan Ibu Sri Widayati selaku kedua orang tua, serta Jemmy Suryono Putro dan Deny Widi Anggoro selaku kakak, yang selalu memberikan doa, dukungan dan motivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Keluarga besar The Go-Jack Kere Gak Ngere Gak Hore, Yoga, Devita, Franky, Lucky, Marco, Dinar, Yohan, Puji, Aang, Indra, Tori, Anna, Ellen, Hana dan lain-lain yang telah berbagi suka maupun duka.
9. Teman-teman Asisten dan Mantan Asisten Lab. SKI, Kelompok Studi Robotika serta teman-teman di FTI yang telah banyak berbagi pengalaman.
10. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bukan saja bagi penulis tetapi juga bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, 03 Januari 2013

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
INTISARI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metodologi Penelitian	3
1.5.1. Tahap Penelitian	3
1.5.2. Diagram Alir	5
1.6. Sistematika Penulisan	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Penelitian Terdahulu	8
2.2. Penelitian Sekarang	9
BAB 3 LANDASAN TEORI	
3.1. Pengertian Otomasi	10
3.2. Sistem Kontrol <i>Proposional, Integral,</i> <i>dan Derivative</i> (PID)	13
3.2.1. Kontrol <i>Proposional</i> (P)	14

3.2.2. Kontrol <i>Integral</i> (I)	15
3.2.3. Kontrol <i>Derivative</i> (D)	15
3.2.4. Kombinasi Kontrol PID	16
3.2.5. <i>Tuning</i> PID	20
3.3. Motor Arus Searah (DC)	22
3.3.1. Prinsip Kerja Motor DC	22
3.3.2. Kontruksi Motor DC	24
3.4. Mikrokontroler	26
3.4.1. Mikrokontroler ATmega16	27
3.4.2. Peta Memori AVR ATmega16	31
3.5. Catu Daya	34
3.6. Komunikasi Serial	34
3.7. <i>Driver</i> Motor L298	36
3.8. Sensor <i>Optocoupler</i>	38
BAB 4 PERANCANGAN SISTEM	
4.1. Perancangan Perangkat Keras	42
4.1.1. Rangkaian Catu Daya	42
4.1.2. Rangkaian Komunikasi Serial	45
4.1.3. Rangkaian Sistem <i>Minimum</i> Mikrokontroler ATmega16	47
4.1.4. Rangkaian <i>Driver</i> Motor L298	49
4.1.5. Rangkaian <i>Optocoupler</i>	50
4.2. Perancangan Program	52
4.2.1. Perancangan Program Mikrokontroler ATmega16	52
4.2.2. Perancangan Program <i>Interface</i> pada Komputer	57
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1. Hasil Penelitian	63

5.2. Pengujian Kecepatan Motor DC dengan Kendali PID	64
5.2.1. Pengujian Kecepatan Motor DC dengan Kendali PID tanpa Beban ..	65
5.2.2. Pengujian Kecepatan Motor DC dengan Kendali PID dengan Pembebanan	72
5.3. Pembahasan Kendali PID	79
5.4. Kelebihan dan Kekurangan <i>Prototype</i>	80
5.5. Perhitungan Biaya Pembuatan Alat	80
5.5.1. Biaya Komponen	81
5.5.2. Biaya Tenaga Kerja	82
5.5.3. Biaya <i>Overhead</i>	83
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.6. Kesimpulan	87
5.7. Saran	87
DAFTAR PUSTAKA	89

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Pengaruh Penambahan Parameter	21
Tabel 3.2.	Metode <i>Ziegler-Nicholas</i>	21
Tabel 3.3.	Fungsi Khusus <i>Port B</i>	30
Tabel 3.4.	Fungsi Khusus <i>Port C</i>	30
Tabel 3.5.	Fungsi Khusus <i>Port D</i>	31
Tabel 3.6.	Aktivasi IC <i>Driver Motor L298</i>	38
Tabel 5.1.	Data Kecepatan Motor DC	63
Tabel 5.2.	Rincian Biaya Komponen	81
Tabel 5.3.	Rincian Biaya Komponen Cadangan	84
Tabel 5.4.	Rincian Biaya Listrik	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Diagram Alir Metodologi Penelitian ...	5
Gambar 3.1.	Sistem Kendali <i>Open Loop</i>	11
Gambar 3.2.	Sistem Kendali <i>Close Loop</i>	12
Gambar 3.3.	Hubungan Antar Elemen dalam Sistem ...	12
Gambar 3.4.	Kontrol Motor DC <i>Loop</i> Tertutup	13
Gambar 3.5.	Diagram Blok Kontrol <i>Proposional</i>	14
Gambar 3.6.	Diagram Blok Kontrol <i>Integral</i>	15
Gambar 3.7.	Diagram Blok Kontrol <i>Derivative</i>	16
Gambar 3.8.	Diagram Blok Kontrol PID	17
Gambar 3.9.	Proses Putaran Motor DC	23
Gambar 3.10.	Konstruksi Motor DC	24
Gambar 3.11.	Diagram Blok Mikrokontroler ATmega16 .	28
Gambar 3.12.	Konfigurasi <i>Pin</i> ATmega16	29
Gambar 3.13.	Peta Memori Program AVR ATmega16	32
Gambar 3.14.	Peta Memori Data AVR ATmega16	33
Gambar 3.15.	Konektor Serial DB9	35
Gambar 3.16.	Konfigurasi <i>Pin</i> IC MAX232	36
Gambar 3.17.	Konfigurasi <i>Pin</i> IC Driver Motor L298 .	36
Gambar 3.18.	Ilustrasi <i>Pulse Width Modulation</i> (PWM)	37
Gambar 3.19.	Sensor <i>Optocoupler</i>	40
Gambar 4.1.	Diagram Blok Sistem	41
Gambar 4.2.	Rangkaian Catu Daya	44
Gambar 4.3.	Rangkaian Komunikasi Serial	46
Gambar 4.4.	Rangkaian Sistem <i>Minimum</i> Mikrokontroler ATmega16	48
Gambar 4.5.	Rangkaian <i>Driver</i> Motor L298	50
Gambar 4.6.	<i>Rotary Encoder</i>	51
Gambar 4.7.	Rangkaian <i>Optocoupler</i>	52

Gambar 4.8.	Diagram Alir Program Utama	54
Gambar 4.9.	Diagram Alir Program Kendali PID	56
Gambar 4.10.	<i>MS Comm Control 6.0</i>	57
Gambar 4.11.	Rancangan Tampilan Program <i>Interface</i> pada Komputer dengan <i>Microsoft</i> <i>Visual Basic 6.0</i>	58
Gambar 5.1.	<i>Prototype</i> Sistem Kendali PID untuk Kecepatan Motor DC Berbasis Mikrokontroler ATMegal6	59
Gambar 5.2.	Tampilan <i>Interface</i> pada Komputer dengan <i>Microsoft Visual Basic 6.0</i>	61
Gambar 5.3.	Grafik Hubungan antara <i>Set Point</i> (PWM) dengan Kecepatan Motor DC (RPM)	64
Gambar 5.4.	Grafik Kecepatan Motor DC Arah Putar CW dengan <i>Set Point</i> Nilai PWM 215 tanpa Beban	66
Gambar 5.5.	Grafik Kecepatan Motor DC Arah Putar CCW dengan <i>Set Point</i> Nilai PWM 215 tanpa Beban	67
Gambar 5.6.	Grafik Kecepatan Motor DC Arah Putar CW dengan <i>Set Point</i> Nilai PWM 235 tanpa Beban	68
Gambar 5.7.	Grafik Kecepatan Motor DC Arah Putar CCW dengan <i>Set Point</i> Nilai PWM 235 tanpa Beban	69
Gambar 5.8.	Grafik Kecepatan Motor DC Arah Putar CW dengan <i>Set Point</i> Nilai PWM 255 tanpa Beban	70
Gambar 5.9.	Grafik Kecepatan Motor DC Arah Putar CCW dengan <i>Set Point</i> Nilai PWM 255 tanpa Beban	71

Gambar 5.10. Grafik Kecepatan Motor DC Arah Putar CW dengan <i>Set Point</i> Nilai PWM 215 dengan Pembebanan	73
Gambar 5.11. Grafik Kecepatan Motor DC Arah Putar CCW dengan <i>Set Point</i> Nilai PWM 215 dengan Pembebanan	74
Gambar 5.12. Grafik Kecepatan Motor DC Arah Putar CW dengan <i>Set Point</i> Nilai PWM 235 dengan Pembebanan	75
Gambar 5.13. Grafik Kecepatan Motor DC Arah Putar CCW dengan <i>Set Point</i> Nilai PWM 235 dengan Pembebanan	76
Gambar 5.14. Grafik Kecepatan Motor DC Arah Putar CW dengan <i>Set Point</i> Nilai PWM 255 dengan Pembebanan	77
Gambar 5.15. Grafik Kecepatan Motor DC Arah Putar CCW dengan <i>Set Point</i> Nilai PWM 255 dengan Pembebanan	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Data Kecepatan Motor DC	92
Lampiran 2.	PCB <i>Layout</i> Rangkaian Catu Daya	93
Lampiran 3.	PCB <i>Layout</i> Rangkaian Komunikasi Serial	94
Lampiran 4.	PCB <i>Layout</i> Sistem <i>Minimum</i> Mikrokontroler ATmega16	95
Lampiran 5.	PCB <i>Layout</i> Rangkaian <i>Driver</i> Motor L298	96
Lampiran 6.	PCB <i>Layout</i> Rangkaian <i>Optocoupler</i>	97
Lampiran 7.	Program C Mikrokontroler ATmega16	98
Lampiran 8.	Program <i>Interface</i> pada Komputer.....	106
Lampiran 9.	Foto <i>Prototype</i> Sistem Kendali PID untuk Kecepatan Motor DC Berbasis Mikrokontroler ATmega16	122

PERANCANGAN SISTEM KENDALI PID UNTUK KECEPATAN MOTOR DC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16

DEDY DRIAN NUGROHO
06 06 05046

INTISARI

Motor DC merupakan salah satu jenis aktuator yang cukup banyak digunakan dalam bidang industri. Permasalahan pada dunia industri tentang ketidakstabilan kecepatan motor DC sangatlah kompleks, sehingga ketika motor DC tersebut bekerja dalam suatu proses yang membutuhkan kecepatan yang konstan, maka sistem tersebut akan terganggu. Perancangan sistem kendali PID untuk kecepatan motor DC berbasis mikrokontroler ATMegal6 diharapkan mampu menjadi solusi dari ketidakstabilan kecepatan motor DC.

Perancangan sistem kendali PID untuk kecepatan motor DC berbasis mikrokontroler ATMegal6 meliputi rangkaian sistem *minimum* mikrokontroler ATMegal6 sebagai unit kendali, rangkaian *optocoupler* sebagai perangkat *input*, rangkaian *driver* motor dan motor DC sebagai perangkat *output*, serta catu daya.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah *prototype* sistem kendali PID untuk kecepatan motor DC berbasis mikrokontroler ATMegal6. Parameter PID yang digunakan dalam pengujian adalah $P = 0,4$, $I = 0,09$, $D = 0,1$. Hasil pengujian *prototype* sistem kendali PID untuk kecepatan motor DC berbasis mikrokontroler ATMegal6 menunjukkan bahwa dengan kendali PID didapatkan *settling time* yang cepat dan kendali PID mampu meminimalkan kesalahan sistem serta mampu mempertahankan kecepatan akibat pembebanan.

Kata kunci : Motor DC, Kendali PID, Mikrokontroler ATMegal6